

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-052778

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

C04B 38/00  
E04B 1/86

(21)Application number : 07-227044

(71)Applicant : ONODA AUTOCLAVED LIGHT  
WEIGHT CONCRETE CO LTD

(22)Date of filing : 10.08.1995

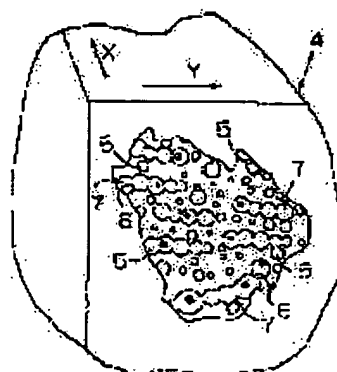
(72)Inventor : TERAMURA TOSHIFUMI  
NAKAGAWA KIYOYUKI  
MATSUO NORIKI

(54) SOUND ABSORBING MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sound absorbing material, having improved mechanical characteristics without degrading sound absorbing characteristics by constituting this material of prescribed calcium silicate hydrate and arranging existing pores under specific conditions.

SOLUTION: This sound absorbing material is composed of the calcium silicate hydrate contg. many pores 5 formed nearly to a spherical shape and having a bulk sp. gr. of 0.2 to 0.5. The plural pores adjacent to each other among the pores are partially joined to form open cells 7 continuously linking via communicating pores 6 formed therebetween and the many open cells 7 are so arranged as to head nearly the same directions. More preferably, the section B occupied by the open cells 7 in the arbitrary section A in the directions where the open cells 7 face is specified to 0.2 to 0.7 in area ratio B/A. The sound absorbing material is produced by using metallic powder of Al as a foaming material and forming the open cells therein by joining the many generated air bubbles in a horizontal direction in, for example, a production process of semi-plastic material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	01.03.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	20.05.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3476975
[Date of registration]	26.09.2003
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2003-011088
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	17.06.2003
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-52778

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 4 B 38/00	3 0 1		C 0 4 B 38/00	3 0 1 A
E 0 4 B 1/86			E 0 4 B 1/86	C

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全6頁)

(21) 出願番号 特願平7-227044

(22) 出願日 平成7年(1995)8月10日

(71) 出願人 000185949

小野田エー・エル・シー株式会社  
愛知県名古屋市中区錦1丁目13番26号

(72) 発明者 寺村 敏史

群馬県佐波郡境町大字下沢名53番地 小野  
田エー・エル・シー株式会社関東工場内

(72) 発明者 中川 清之

愛知県尾張旭市下井町下井2035番地 小野  
田エー・エル・シー株式会社材料研究所内

(72) 発明者 松尾 憲樹

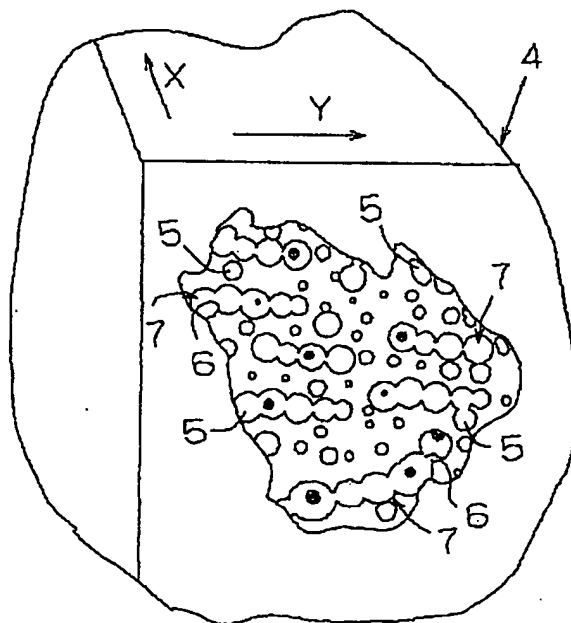
愛知県尾張旭市下井町下井2035番地 小野  
田エー・エル・シー株式会社材料研究所内

(54) 【発明の名称】 吸音材

(57) 【要約】

【課題】 ケイ酸カルシウム系吸音材の吸音特性をほとんど低下させることなく機械的特性をより向上させる。

【解決手段】 ケイ酸カルシウム水和物からなる吸音材(4)の中に、多数の気孔(5)が連通した連続気孔(7)をほぼ同一方向に配列させる。この連続気孔は吸音材の製造過程における反応系にアルミニウムを添加して気泡を発生させその気泡の特定の挙動を利用して水平方向に気泡を配列させることにより作る。この吸音材の吸音特性は高くなるから、その吸音特性をある程度低く抑えれば、その分、吸音材の機械特性を向上させることが可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ほぼ球形をなす気孔(5)を多数包含する嵩比重が0.2~0.5のケイ酸カルシウム水和物からなり、前記気孔のうち相隣接する複数個の気孔が、部分的に合体して、それらの間にできた連通孔(6)を介して連続的に繋がる連続気孔(7)になっているとともに、多数個の前記連続気孔がほぼ同一の方向を向いて配列している吸音材。

【請求項2】 前記方向の任意断面(A)において前記連続気孔(7)が占める断面(B)は、面積比(B/A)にして0.2~0.7の範囲にある請求項1記載の吸音材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、土木・建築分野の建造物の一部分として利用されるケイ酸カルシウム水和物系吸音材の構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、ケイ酸カルシウム水和物系吸音材は公知である(特開昭52-37403号公報)。この公知技術によると前記吸音材は、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム塩やノニルフェニールテトラエチレンオキサイドエーテル硫酸エステル等の気泡剤を空気及び水と攪拌して微細な気泡を含有するエマルジョンを得る工程、そのエマルジョンを吸音材製造用原料と混合して気泡コンクリートスラリーを得る工程、その気泡コンクリートスラリーを型枠に注型して成形する工程、及びその工程で得られたコンクリート多孔体をオートクレーブ養生する工程を経て製造される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記公知技術により得られた吸音材には微細な気泡が連続して存在しているので前記吸音材は優れた吸音特性を有するが、その吸音材をより高い機械的特性、特に圧縮強度が要求される用途に向けようとすると、なお改良の余地がある。例えば、前記吸音材を他の建材と複合させて吸音が必要な建物の室内側に壁材として使用しようとする場合において、吸音材の圧縮強度が小さいと、その吸音材に何かの拍子に他の剛体が衝突したとき、吸音材、すなわち壁材の表面が部分的に引っ込むという問題があるし、その吸音材はその搬送過程でも破損し易いという問題がある。

【0004】ところが、この種の吸音材においては、吸音特性をある程度維持しながら、圧縮強度を向上させることが困難である。と言うのは、吸音特性を向上させるには吸音材中の気孔を多く増やし気泡同士を連続させる必要があり、気孔を増やすと気孔を形成している吸音材の構成層である固体組織(マトリックス層)が少なくなり、必然的に吸音材の圧縮強度が低下するからである。なお、前記公知技術により、圧縮強度を高めるためにマトリックス層を多くすると気孔が少なくなり、その結

果、連続気孔が減少し、吸音特性が低下する。

【0005】そこで、本発明者等は、この問題を解決するために鋭意研究した結果、前記の連続気孔の多くが特定の方向を向いている吸音材を製造するとともに、その吸音材を使用するとき、前記連続気孔が特定の方向を向く態様で使用すればよいとの事実を見出し、本発明を完成した。従って、本発明の課題は、吸音特性をほとんど低下させることなく機械的特性をより向上させることが可能なケイ酸カルシウム系吸音材を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題を解決するために、ほぼ球形をなす気孔を多数包含する嵩比重が0.2~0.5のケイ酸カルシウム水和物からなり、前記気孔のうち相隣接する複数個の気孔が、部分的に合体して、それらの間にできた連通孔を介して連続的に繋がる連続気孔になっているとともに、多数個の前記連続気孔がほぼ同一の方向に配列している吸音材とする。

## 【0007】

【発明の実施の形態】次に、前記吸音材の製造方法、構造及び作用・効果について述べると、まず、本発明に係る吸音材は、ほぼ球形をなす気孔を多数包含する嵩比重が0.2~0.5のケイ酸カルシウム水和物からなっている。この吸音材は主として二つの工程、すなわち、ケイ酸質原料と石灰質原料とを吸音材製造の主原料とする水スラリーを発泡材、増粘剤及び界面活性剤の存在下で型枠の中で発泡と硬化をさせて、半可塑化した硬化物を得る工程(半可塑物製造工程)と、その工程で得られた硬化物を高温、高圧下で水蒸気養生する工程(養生工程)を経て製造される。

【0008】前記ケイ酸質原料としては石英、クリストバライト、珪砂、フライアッシュ、スラグ、シリカフェーム等のSiO<sub>2</sub>含有化合物の1種又は2種以上が使用される。また、石灰質原料としては、生石灰、消石灰、各種のポルトランドセメント等Ca含有化合物の1種又は2種以上が使用されるが、半可塑物製造工程において反応系内で発生する気泡の安定性や前記水スラリーが半可塑化して硬化するまでの硬化時間の短縮等を考慮すると、ポルトランドセメント、特に、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中熱ポルトランドセメントが好適に使用される。

【0009】さらに、前記製造方法においては、高温・高圧雰囲気下で水蒸気養生された軽量気泡コンクリート(ALC)の製造工程で、または本発明に係る吸音材の製造工程でそれぞれ発生する半可塑物の解砕屑が、前記気泡の安定化、及びセメントが使用されている場合そのセメントの水和反応の安定化等のために前記したケイ酸質原料及び石灰質原料の一部として使用することも可能である。

【0010】解砕屑は、前記ケイ酸質原料と石灰質原料

の固形分の合計量を基準にして30重量%以下、好ましくは5~20重量%の範囲で使用される。前記解砕屑の使用量が30重量%を超えると、通常の製造条件下では半可塑物の強度が低下して脱型や加工に必要な強度を有するものにならない。なお、前記工程に解砕屑が使用される場合は、この原料とセメント以外の石灰質原料を使用しなくてもよい。この場合、前記固形分を基準にして1~5重量部の石膏が併用される。

【0011】さらに、前記半可塑物製造工程において発泡材としてアルミニウムの金属粉を使用することにより、本発明に係る吸音材の中において特定の方向を向いて配向する連続気孔の形成が可能になる。連続気孔形成の機構は、必ずしも明確にされていないが、おおよそ次のように考えられる。

【0012】アルミニウムの金属粉は、前記水スラリーのアルカリと反応して水素ガスを発生させ、原料の水スラリーが半可塑化してゆく過程（発泡過程）においてこの水素ガスが集まって気泡になり水スラリーを押し上げる。他方、可塑化しつつある水スラリーには重力が働いているから、上昇してくる気泡は水スラリーの重力作用を受け水平方向に逃げようとする。加えて、前記水スラリーが可塑化するにつれてその粘度も上昇するから、やがて水スラリーの粘性エネルギーが水素ガスの発泡エネルギーより大きくなり、その結果、水スラリーが前記気泡を押し下げようとする。これらの作用を受けた各気泡は、水平方向に長い楕円形になりかつその上昇方向と直交する方向、すなわち水平方向に配列する。

【0013】また、前記方法にはアルミニウムの金属粉が多量に使用されるから、反応系内において多数の気泡が発生し、同系の水和反応熱を受けてそれらの気泡がより大きく膨脹するため、水平方向において互いに近接して配列した楕円形の気泡は接触し易くなる。その結果、図1に示すように、その反応系Rにおいて楕円形の気泡1とそれに近接している側部の気泡2は水平方向に合体して数珠状気泡3をつくる。この数珠状気泡3は、後述する連続気孔に変わる重要な要素となる。

【0014】前記反応系内の気泡の連続性と方向性は以上のように説明できるが、一般に反応系内で気泡同士が接触した場合、気泡の殻の表面張力が大きいと気泡は合体して一つの大きな気泡になろうとするので、それを阻止する必要がある。そこで、本発明に係る前記半可塑物製造工程においては前記水スラリーに界面活性剤が添加される。

【0015】この界面活性剤は、水スラリーを機械的作用、例えば、攪拌により起泡させるために使用するのではなく、反応系内におけるアルミニウムの化学反応で発生する気泡と水スラリーとの界面を活性させる目的で使用される。従って、この目的に合致する界面活性剤であればそれは使用可能であるが、好ましくは、高級アルコールの硫酸エステルが使用される。この場合、反応系が

60~80℃の温度範囲にあるとき前記反応系に前記界面活性剤が添加される。さらに、本発明に係る前記反応系の気泡が移動するときの抵抗を適度に抑制して気泡が連続して水平方向に並ぶようにするために、反応系に増粘剤、好ましくは、メチルセルロースが添加される。

【0016】前記原料及び添加剤が用意されたら、ケイ酸質原料と石灰質原料を水と混合して、シリカ( $\text{SiO}_2$ )／酸化カルシウム( $\text{CaO}$ )の比にして0.3~1の原料の水スラリーを調整し、得られた水スラリーに対して前記原料の固形分100重量部当たり前記増粘剤を0.1~2.0重量部、界面活性剤を1.0~3.0重量部及びアルミニウムの金属粉を0.05~0.2重量部それぞれ混合して粘度が400~2500cps.の混合物とする。そして、その混合物を型枠に打設して発泡・硬化させる。

【0017】次に、このようにして得られた半可塑物を切断して所定の大きさと形状を有する成形物、典型的にはパネル状成形物にして、その成形物をオートクレーブに入れて温度150~200℃、圧力8~20気圧、好ましくは9~12気圧の飽和水蒸気雰囲気下で2~8時間養生すると、その半可塑物は、トバモライトで代表されるケイ酸カルシウム水和物に変わり本発明に係る吸音材になる。なお、半可塑物を切断して成形物にするときは、半可塑物に含まれている前記数珠状気泡の配列方向に対して直交する方向に向かって切断する。そのようにすれば、後述する連続気孔が延びている方向にほぼ直交するように切断された成形物を得ることが可能になる。

【0018】このようにして得られた吸音材を、その前駆体である半可塑物が型枠内に存在していたときその型枠の水平方向と一致する方向に切断して、その切断面を走査型電子顕微鏡で見ると、図2において模式的に示したように、吸音材4は直径が約0.1~2mmの多数の気孔5を含んでいることが観察される。そしてそれらの気孔5のうち相隣接する複数の気孔同士は、部分的に合体してそれら気孔5の直径より小さい約0.01~1.5mmの直径を有する連通孔6を介して、連続気孔7になっている。

【0019】すなわち、前記連続気孔7の配向方向Yの任意位置において該配向方向Y、及びその方向と直交する方向Xのそれぞれに向かって本発明に係る吸音材4を切断し、それらの切断面（任意断面）を前記顕微鏡で写真撮影してみると、図4及び図5のように、相隣接する複数の気孔は、連通孔を介して連続的に繋がって連続気孔を形成している。

【0020】そして、前記連続気孔の長手方向は、半可塑物製造工程の型枠において半可塑物が存在した水平の方向と一致する。これは、図1に示した反応系R内の数珠状気泡3において相隣接する気泡1、2間に形成されていた膜8が前記養生工程で破壊されて、図3に示すように、その膜の存在していた部分が、気泡1、2の直径

5

より小さい連通孔6になったことによって、数珠状気泡が連続気孔7になったものと考えられる。

【0021】なお、前記吸音材の嵩比重（気孔を含む単位体積当たりの質量）を測定してみると、それは0.2～0.5の範囲にある。また、前記写真における気孔の断面の総面積及び連続気孔の断面の総面積を求めると、前者の面積（C）は、前記任意断面の面積（A）に対する面積比（C/A）にして0.4～0.9の範囲にあるのに対して、後者の面積（B）は、同じく任意断面の面積（A）に対する面積比（B/A）にして0.2～0.7の範囲にあり、連続気孔に関してこの範囲の面積比を有する吸音材であれば、前記課題を十分に達成可能である。

【0022】次に、この吸音材をそのまま又はさらに切断・切削加工して、建物の壁面又は騒音を発生する機械、装置等のカバーやケーシングとして使用する。これらの使用態様においては、前記連続気孔が向く方向を吸音させたい音の伝播方向と一致させる。もし、吸音材を壁面にするのであれば、前者の方向をその壁面に対して垂直にする。

【0023】すると、吸音材の連続気孔に対して直接又は連続気孔以外の層であるマトリックス層を介して外部から伝播してきた音は、その連続気孔の中の長い空気層に伝達され、125～2000Hzの広い周波数帯域において減衰する。さらに、連続気孔の途中には気孔の直径より小さい連通孔が存在するため、気孔に入った音の一部が、連通孔を通過できず気孔の壁面に衝突して反射して再び空気層に入り減衰する。

【0024】この過程までは従来技術と同じであるが、本発明に係る吸音材においては多数の連続気孔がほぼ同一方向を向いて配向しているため、その方向から入ってきた音の減衰効果は連続気孔がランダムに配向している従来技術に係る吸音材より大きい。

【0025】従って、本発明に係る吸音材が、従来技術のそれと同じ機械的特性を有するものであれば、特定の方向から入ってくる音を吸音するための吸音材として使用する限度において、本発明に係る吸音材の吸音特性を従来技術より高くすることが可能になり、逆に、吸音特性を同じにすれば機械的特性を高めることが可能になる。

【0026】

【実施例】次に、本発明の効果を実施例をもって具体的に説明する。

（半可塑性製造工程）60重量部のケイ砂、ALC製造工程で発生した2重量部の半可塑性物の解砕屑2重量部の石膏を90重量部の水に混合して水スラリーを調整した。この水スラリーに対して、38重量部の早強ポルトランドセメント、1重量部のメチルセルローズをそれぞれ加えて混合した後、さらに、0.2重量部のアルミニウムの金属粉と2重量部の高級アルコールの硫酸エステ

6

ルを添加して、吸音材製造用の原料混合物を調合した。この原料混合物の粘度が700～800 cps. になった時点で、それを型枠（60cm×2000cm×70cm）に打設して発泡・硬化させた。

【0027】（養生工程）次に、前記工程で得られた半可塑性物を型枠から取り出して、その半可塑性物をそれが型枠の中にあったときの水平方向に相当する方向に切断した。得られた複数枚のパネル状成形体をオートクレーブに入れて温度180℃、10気圧の水蒸気雰囲気下で6時間養生して、本発明の吸音材を得た。そしてその吸音材の一部分を採取して粉末にし、X線回折法により分析したら、それはトバモライト及び石英であることが判明した。

【0028】同様に前記吸音材の嵩比重を測定したら、その値は0.39であった。また、前記切断面を走査型電子顕微鏡（日本電子株式会社製JSM-T20）で写真撮影をしたところ、図4に示したようにそれには多数の気孔が認められるとともに、それら気孔のうち相隣接する複数個の気孔が部分的に合体し、それら気孔の直径よりも小さい連通孔を介して連続気孔になっている様子が認められた。そして、蟻のシェルエット、数珠の一部分又は串だんごのような形をした連続気孔はほとんどほぼ同一方向を向き、前記養生工程における半可塑性物の切断方向から判断して連続気孔の配列方向は、半可塑性製造工程において水素ガスが気泡となって上昇した方向と直交していることが判かった。

【0029】次に、前記図4の写真を乾式複写機により2枚ノンカラーで複写し、そのうちの1枚に写っている気孔の全部を黒色に染め、他の1枚については連続気孔だけを前記同様に黒色に染めて修正した。そしてそれら修正写真を画像解析装置（日本アビオニクス社製TVI P-4100）を利用して単位断面積（A）当たり黒色面の面積をそれぞれ気孔の面積（C）及び連続気孔の面積（B）として求めたら、前者は単位断面積（A）に対する面積比（C/A）にして約0.77であるのに対して、後者の面積（B）は、同じく単位断面積（A）に対する面積比（B/A）にして約0.45であった。

【0030】さらに、前記吸音材を10cm×10cm×10cm塊に切り出して試験体を作り、その試験体について圧縮試験を行なった（試験装置：インストロン社製圧縮試験機）ところ、その試験体の圧縮強度は20kgf/平方cmであった。

【0031】最後に、前記吸音材から直径91.5mm、厚さ70mmの円柱形の別の試験体を作製し、JISA 1406に準拠して前記試験体の垂直入射吸音率を測定した。その結果を表1に示す。表1から明らかなように、400～2000Hzの周波数領域でこの実施例の試験体は後述する比較例の試験体より高い吸音率を示した。

【0032】

【表1】

周波数 (Hz)	実施例	比較例
125	0.352	0.348
160	0.425	0.445
200	0.550	0.506
250	0.510	0.572
315	0.615	0.642
400	0.739	0.538
500	0.850	0.528
630	0.842	0.533
800	0.811	0.559
1000	0.798	0.585
1250	0.756	0.611
1600	0.742	0.528
2000	0.745	0.637

## 【0033】

【比較例】比較のために、従来技術に係る市販されているケイ酸カルシウム系吸音材を実施例と同じ形状・大きさに切り取って試験体を作り、その試験体について前記と同様の評価をした。また、切断面を実施例と同じように走査型電子顕微鏡で写真撮影した。その結果図5に示すように、単位面積当たり気孔の数は実施例の約1.2倍で、気孔の総面積は約70%であった。しかしながら、連続気孔の面積は実施例の約1/5と少なく、しかもそれには方向性を見出すことはできなかった。この比較例の試験体の吸音率は、前記表1に示したように、125Hz以上400Hz未満の周波数領域で前記実施例の試験体のそれよりわずかに高かったが、400Hz以上の領域では実施例の試験体より明らかに低く、圧縮強度は実施例のその49%であった。

【0034】上記実施例及び比較例から次のことが言える。吸音特性については、125以上400Hz以下の周波数領域において比較例が実施例より優れていると言えるが、400Hz以上の周波数領域の吸音特性及び圧

縮強度については実施例の方が明らかに比較例より優れている。これは気孔の総面積は実施例の方が小さく、気孔以外の部分、すなわち、マトリックス層は実施例の方が多くなり、その結果圧縮強度が大きくなるからである。

【0035】また、気孔の総面積が小さいにもかかわらず実施例の吸音特性が特定の周波数領域で比較例のそれより優れているのは、実施例の吸音材では連続気孔が多いからである。このことは、実施例の圧縮強度を比較例のそれと同程度にすれば、実施例の吸音特性をさらに向上させることができることを意味する。

## 【0036】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、ケイ酸カルシウム系吸音材の吸音特性をほとんど低下させることなく機械的特性をより向上させることができるという優れた効果を発揮する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る吸音材の製造工程における反応系内の気泡の動向を説明する概念図である。

20 【図2】前記吸音材の一部を破断して示す部分断面図である。

【図3】連続気孔が発生する過程を説明する概念図である。

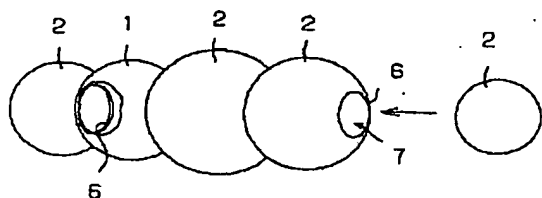
【図4】実施例で得られた吸音材をその連続気孔が配向する方向に沿って切断して得た断面を走査型電子顕微鏡で撮影して示した写真である。

【図5】従来の吸音材を実施例と同様に切断して得た断面を走査型電子顕微鏡で撮影して示した写真である。

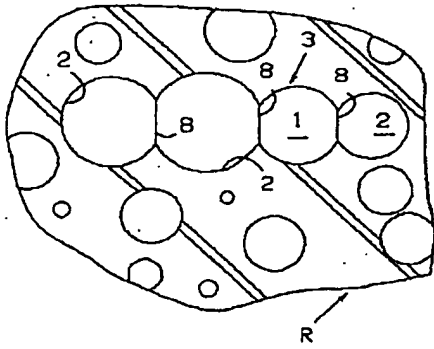
## 【符号の説明】

- 30 1 気泡  
2 気泡  
3 数珠状気泡  
4 吸音材  
5 気孔  
6 連通孔  
7 連続気孔  
A 吸音材の断面積  
B 連続気孔の断面積  
R 反応系

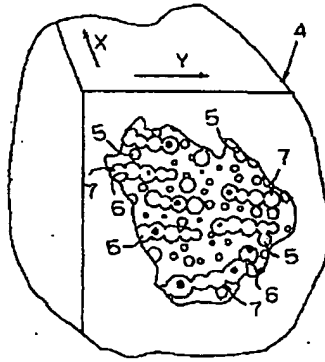
【図3】



【図1】

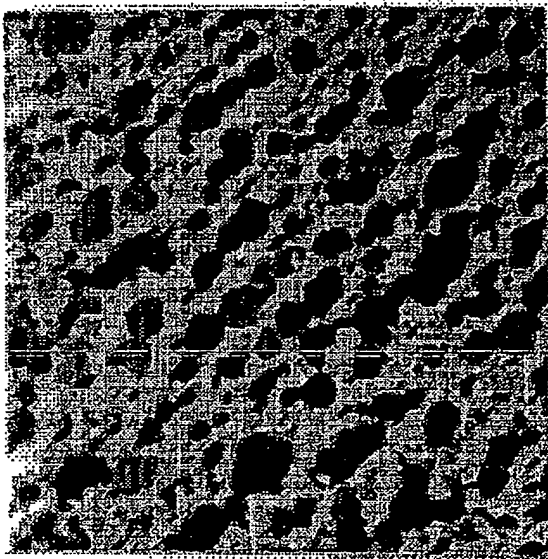


【図2】



【図4】

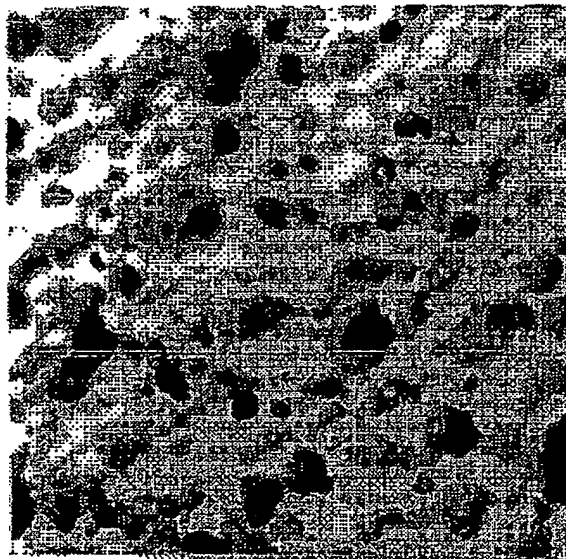
図面代用写真



(倍率: 10倍)

【図5】

図面代用写真



(倍率: 10倍)